

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-228845

(43)Date of publication of application : 09.10.1991

(51)Int.Cl.

C03B 37/08
G02B 6/00

(21)Application number : 02-023369

(71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 01.02.1990

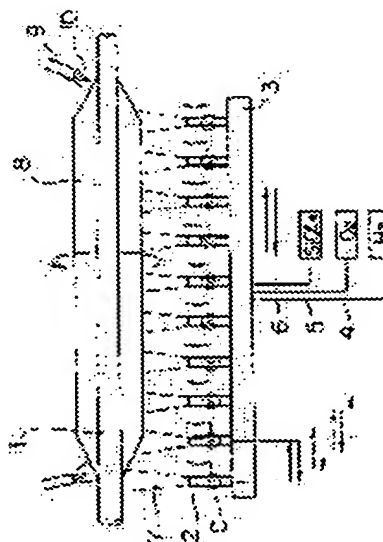
(72)Inventor : YOKOGAWA KIYOSHI

(54) PRODUCTION OF MATRIX FOR OPTICAL FIBER PREFORM

(57)Abstract:

PURPOSE: To uniformize the unevennesses on the surface of porous glass matrix and to obtain the matrix for a large-sized optical fiber preform with good productivity by arranging a plurality of pieces of burners in the equiintervals at the same design dimension and successively transferring and dispersing the starting position of reciprocating movement in the case of producing the matrix for the optical fiber preform by an externally fitting method.

CONSTITUTION: In a method for producing the matrix for an optical fiber preform by introducing a gaseous glass raw material 6 into an oxyhydrogen flame burner 2 and blowing glass fine particles produced by flame hydrolysis thereof on the outer circumference of a glass rod 1 for a core being rotated and relatively reciprocating and moving the burner 2 or the glass rod 1 parallel to the axial direction and thereby laminating the glass fine particles one layer by one layer on the glass rod 1 for the core to form the porous glass matrix 8 and then heating and dehydrating this matrix 8 to transparently vitrifying it, the following means is adopted. In other words, at least three pieces of burners 2... having the same dimension are arranged oppositely to the glass rod 1 for the core in the specified equiintervals in a range over the whole length thereof. The glass fine particles are deposited while successively transferring and dispersing the starting position of the reciprocating movement in at least three points.



BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

平3-228845

⑬ Int. Cl.⁵C 03 B 37/08
G 02 B 6/00

識別記号

3 5 6 C
A

庁内整理番号

8821-4G
7036-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)10月9日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全9頁)

⑮ 発明の名称 光ファイバプリフォーム母材の製造方法

⑯ 特 願 平2-23369

⑰ 出 願 平2(1990)2月1日

⑱ 発 明 者 横 川 清 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社
精密機能材料研究所内

⑲ 出 願 人 信越化学工業株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山本 亮一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光ファイバプリフォーム母材の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 気体状ガラス原料を酸水素火炎バーナーに導入し、その火炎加水分解で生成したガラス微粒子を回転しているコア用ガラス棒の外周に吹きつけ、該バーナーまたはガラス棒を軸方向に平行に相対的に往復移動させることによって該ガラス微粒子をコア用ガラス棒上に一層づつ積層させて多孔質ガラス母材を形成させ、ついでこれを加熱し脱水、透明ガラス化して光ファイバプリフォーム母材を製造する方法において、該コア用ガラス棒に対向してその全長にわたり少なくとも3個以上の同一寸法のバーナーを一定等間隔で配置し、その往復運動の開始位置を3点以上に順次移動分散させながらガラス微粒子を堆積させることを特徴とする光ファイバプリフォーム母材の製造方法。

2. 往復運動距離および運動開始位置の最大ずれ幅

は隣接バーナー間隔の1倍以上3倍以下の範囲とされる請求項1に記載した光ファイバプリフォーム母材の製造方法。

3. 往復運動の開始位置の移動が3mm以上バーナー間距離以内とされる請求項1に記載した光ファイバプリフォーム母材の製造方法。

4. 移動開始点は逐次移動またはランダム移動で行ない、いずれの場合も実質的に堆積層の数が等しく、停止位置が等間隔である請求項1に記載した光ファイバプリフォーム母材の製造方法。

5. 往復運動がコアガラス棒で行なわれる請求項1に記載した光ファイバプリフォーム母材の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光ファイバプリフォーム母材の製造方法、特に光ファイバーの構造特性を低下させることなく、大型の光ファイバプリフォーム母材を高速で生産することのできる光ファイバプリフォーム母材の製造方法に関するものである。

(従来の技術)

光ファイバプリフォームの製造については開発の初期においてはコア(芯)用ガラスにガラス管を被覆するという方法(特公昭41-11071号公報参照)で行なわれていたが、近年における特性、精度の著しい向上とプリフォームサイズの大型化に伴って気体ガラス原料を酸水素火炎バーナーに導入し、その火炎加水分解で生成したガラス微粒子を回転しているコア用ガラス棒の外周に吹きつけ、該バーナーまたはコア用ガラス棒のいずれか一方(以下説明を簡単にするためにバーナー移動で説明する)を軸方向に平行に往復運動させることによって該ガラス微粒子をコア用ガラス棒上に一層づつ積層させて多孔質ガラス母材を形成させ、ついでこれを加熱し脱水、透明ガラス化して光ファイバプリフォームとする方法(特開昭49-84258号公報参照)に移行してきている。

しかして、この種の光ファイバプリフォームの製造方法については垂直方向に連続して堆積する方法(特開昭55-118638号公報参照)、多孔質ガ

ラス母材に複数本のバーナーから組成の異なるガラス形成原料を供給すると共に芯棒をバーナーに対して相対的に往復運動させ、1回の移動ごとにガラス形成原料の組成を変えることによって、半径方向に所望の屈折率分布を有するプリフォームを得るという方法も提案されているし(特開昭57-183330号公報参照)、芯棒を回転させると共に長手方向に運動させ、ガラス粒子の生成に振動運動を与える方法(特開昭56-120528号、特開昭58-9835号公報参照)、製造しようとするコア用ガラス棒の長さしとほぼ等しい長さの横幅をもつ薄型の酸水素火炎バーナー、または多数の酸水素火炎バーナーを横に一列に並べてバーナー列を作り、移動を行なわないでガラス微粒子をコア用ガラス棒に吹きつける方法(特開昭53-70449号公報参照)、さらに光ファイバ母材ではないが複数のバーナーに供給されるガス量を調整するか、バーナー面とガラス微粒子の堆積面との距離を調整し、あるいは耐熱性基体の回転数を調整してガラス微粒子の堆積密度を半径方向に沿って変化させ

3

て多孔質ガラス母材のひび割れを防止する方法(特開昭64-9821号公報参照)も知られている。(発明が解決しようとする課題)

しかし、これら従来の公知の方法で光ファイバプリフォーム母材を製造しようすると、特開昭49-84258号公報に開示されている方法ではバーナーが一本であるためにガラス微粒子の堆積速度が遅いし、長尺、太径のものを製造する場合には熱量が不足し、堆積シリカ層が機械的強度の小さいものとなるのでひび割れが発生するという不利があり、特開昭56-120528号、特開昭57-183330号、特開昭58-9835号公報などに開示されている方法にはコア層、クラッド層が一工程で得られるという利点があるものの、コア層、クラッド層とも密度の低いものとなるので大型化するときの取扱いが困難となるし設備が大型化し、コアの屈折率分布が不明のためこれに厚いクラッド層が付着されるので製品が目標値と外れたものになるという欠点があり、さらに特開昭53-70449号公報に開示されている方法ではバーナーのスリットから噴出

4

るガスがコア用ガラス棒の全長上で同一の条件にすることが保証できないので、各バーナーおよびバーナー間で堆積ムラが生じ、現実的には得られるプリフォーム母材の堆積厚さの精度がわるくなり、特開昭64-9821号公報に開示されている方法では堆積速度が早く、大型のものが作れるという利点はあるものの、長さ方向に一定の振幅で往復するのでこれにはバーナーの停止点と移動部が常に同一位置でくり返されるために堆積ムラが生じ、得られる堆積体は表面に凹凸をもつものとなるし、芯材としてのアルミニウムが金属不純物としてシリカ層にドーブされるという欠点があるので光ファイバ母材の製造用には利用できない。

(課題を解決するための手段)

本発明はこのような不利を解決した光ファイバプリフォーム母材の製造方法に関するものであり、これは気体状ガラス原料を酸水素火炎バーナーに導入し、その火炎加水分解によって生成したガラス微粒子を回転しているコア用ガラス棒の外

周に吹きつけ、該バーナーまたはガラス棒を軸方向に平行に相対的に往復運動させることによって該ガラス微粒子をコア用ガラス棒上に一層ずつ積層させて多孔質ガラス母材を形成させ、ついでこれを加熱し、脱水、透明ガラス化して光ファイバプリフォーム母材を製造する方法において、該コア用ガラス棒に対向してその全長にわたり少なくとも3個以上の同一寸法のバーナーを一定等間隔で配置し、これを1体としたバーナー列としその往復運動の開始位置を3点以上順次移動分散させながらガラス微粒子を堆積させることを特徴とするものである。

すなわち、本発明者らは光ファイバの構造特性を低下させることなく、大型の光ファイバプリフォーム母材を高速で生産する方法について種々検討した結果、従来公知の多数個のバーナーを使用する場合には各バーナーおよびバーナー間でガラス微粒子の堆積ムラが生じ、これを緩和するためにバーナーを移動させると停止点と移動点でガラス微粒子の堆積ムラが生じ、得られる多孔質ガラ

ス母材は表面が凹凸をもつものになるので、本発明にしたがってここに使用する複数個のバーナーを同一設計寸法のものに特定すると共にこのバーナー間隔を等間隔とし、しかもこのバーナーの往復運動の開始位置を同じ位置に止めないようにできるだけ異なる場所に分散するように順次移動させると、移動距離が特定されていることから各バーナー停止位置も順次移動されるし、バーナー寸法、堆積条件が一定のものとされているので、各バーナー間におけるガラス微粒子の堆積ムラが最小とされ、このバーナー間隔が一定とされているのでバーナー移動部の堆積ムラも少なくなり、さらには往復運動の開始位置を順次移動すれば停止点が毎回変るので停止点と移動点との間における堆積ムラが平均化されるので、結果において多孔質ガラス母材を表面に凹凸のないものとする事ができ、したがってこれを透明ガラス化すれば均質な光ファイバプリフォーム母材を容易に得ることができ、このことを見出して本発明を完成させた。

以下にこれをさらに詳述する。

7

(作用)

本発明による光ファイバプリフォーム母材の製造は気体状ガラス原料を酸水素火炎で加水分解して生成させたガラス微粒子をコア用ガラス棒上に堆積させて多孔質ガラス母材を作る際に同一設計寸法のバーナーの複数個を等間隔で配置し、その往復運動の開始位置を順次移動分散させるというものである。

本発明における光ファイバプリフォーム母材の製造は基本的には公知の方法で行なわれる。したがって、これは四塩化けい素などのような気体状ガラス原料を酸水素火炎バーナーに導入し、ここでの火炎加水分解で発生したガラス微粒子をバーナー列の移動または、回転しておりかつその軸方向に平行に相対的に往復運動しているコア用ガラス棒に吹きつけてこのガラス微粒子をコア用ガラス棒の上に一層ずつ堆積して多孔質ガラス母材を作り、ついでこの多孔質ガラス母材を高温に加熱して脱気、透明ガラス化するという方法で行なわれる。

8

ここに使用されるコア用ガラス棒は目的とする光ファイバプリフォーム母材のコア部となるものであることから公知のVAD法、OVD法、MCVD法などで作られたグレーデッドインテックス型またはシングルモード型などのプロファイルをもち、一定のクラッド層が存在し、ガラス化後の屈折率、寸法などの構造パラメーターが測定確認されたものが望ましい。コア用ガラス棒の全長は外径変動が5%以下となるように仕上げたのち表面を洗浄し、ファイヤーポリッシュしたものとすることが好ましい。

このコア用ガラス棒に対するガラス微粒子の堆積は堆積速度を高めるためには原料ガスをできるだけ多く送る必要があり、そのためにはガスの濃度を高めるか、大量送付のためにバーナーを太くするか、バーナーの数を多くすればよいが、一本のバーナーでは限界があるので、本発明では少なくとも3本以上のバーナーとする方法がとられている。これらのバーナー2・・・は第1図に示されているようにコア用ガラス棒1に対向して直列

に並置され、これらはバーナー台3に固定されてコア用ガラス棒に平行にバーナー列またはコア用ガラス棒のどちらか一方を往復運動するようにされている。このバーナー2・・・には基本ガスとしては水素ガス送入パイプ4、酸素ガス送入パイプ5、キャリアーガス（例えば酸素ガス）に同伴された四塩化けい素送入パイプ6からのガスが送入され、これが火炎7を形成し、この火炎加水分解で発生したガラス微粒子がコア用ガラス棒1の上に堆積して多孔質ガラス母材8が形成されるのであるが、多孔質ガラス母材8の表面を凹凸の少ないものとするということから、ここに使用されるバーナー2・・・はすべて同一のディメンションで設計された例えば石英製の同心円状多重管バーナーとし、各バーナーによる堆積条件を同一のものとするということから、これらのバーナーはそれぞれ独立にガス条件がコントロールできる制御機構Cを備えたものが望ましい。これらのバーナー2・・・はそのバーナー出口とガラス微粒子堆積面との距離がいずれのバーナーも同一となるように

設置することが好ましいが、この各バーナー間の間隙は隣接する火炎同志の干渉効果を低減させるということから火炎7の堆積体表面での炎の拡がりの1.5倍～2.5倍の範囲で等間隔となるようにすればよい。炎の拡りは衝突面の径、ガスの線速、距離に依存し、堆積の進行に伴って拡大していくが、堆積効率は太い径のほうがよいので、バーナー間隔は太い堆積径を基準として決めるのがよい。また、図には多孔質ガラス母材8の両側終端部が加熱バーナー9の火炎10で加熱されていることが示されているが、これは終端部ではガラス微粒子が密度の小さいものとなるし、この部位には応力集中が起り易く、したがってこの部分でびび割れなどが発生し易いことからこの部分を常時加熱して密度を高くしておけばよい。

このような装置でコア用ガラス棒を回転させ、全バーナーに着火し、バーナー列とガラス棒を相対的に往復運動させて、気体状ガラス原料の火炎加水分解で発生したガラス微粒子をコア用ガラス棒に堆積させて多孔質ガラス母材を作ると、各バ

1 1

ーナーが同一寸法のものでされ、かつ堆積条件を合せているのでコア用ガラス棒に堆積されるガラス微粒子の量は各部位において略々同量となるが、往復運動時には当然一時停止して逆方向に運動が開始されるので停止位置においては移動部にくらべてどうしても堆積量が変わり、これは長時間同じ位置で繰り返されると可成り大きな差となってきて結果において目的とする多孔質ガラス母材が第2図(a)のような凹凸をもつものになる。

本発明はこのような不利を解決するためにこの往復運動の開始位置を3点以上に順次移動させるものであり、これによれば例えば第2図(b)に示したようにバーナー群の往復運動の開始位置がずれると、第2図(a)で示した変形が軽減される。停止点のずれをさらに多くすると第1図のようになり、バーナーの停止による堆積厚さの変動部分が順次ずれ込み、これをくり返していればこの堆積量の変化が全体的に分散平均化されて目的とする多孔質ガラス母材は表面に凹凸のないものになるという有利性が与えられる。

1 2

この発明では移動開始点を全体に分散させることが目的とされるので、2点のバーナー間距離内では開始点の多いほうが好ましい。本発明の移動開始点は第1図のように一方向の場合が基準とされるが、第2図(b)、(c)に示したように往復、ジグザグ移動、またはランダム移動が可能である。また1回毎ではなく、数回を単位に開始点を移動したり、径の増大につれて変えるなど、目的、条件によってこれらを組合せてもよいが、いずれの場合も定常部の層の数が実質的に常に一定となるように移動スケジュールを定めることが重要である(第2図、b、c図)。移動開始点は順次ずらせるが、隣接バーナー位置までずれた点を1ユニットとし、少なくとも1～3ユニット間でくり返すことが望ましい。ユニットが大きくなると、表面の平滑性は良好となるが、全長の両端テーバー部がユニット数に比例して長くなり、無駄となる(第3図)。付着量は重量検出装置などで連続的に計測し、目標重量近くでは停止線の位置を幅広くとり、層の数に過不足がなく、かつ目標重量が

得られるようなスケジュールで進めることがよい。

このようにバーナーの往復移動距離が大きいと両端のテーバー部が増加し、定常部は減少するので、これは隣接バーナー間隔の3倍を超えない範囲とすることがよく、さらにこのバーナーの往復運動の開始位置の間隔はバーナー間隔、コア用ガラス棒の径、堆積体の径、バーナーの口径、炎の太さなどにより変るが、これが大きいと効果が少なく、小さいと時間的に厚さ方向での堆積量、密度などが異なり、変形を促進するので、バーナー間隔の1/2～3mmの範囲とすることがよい。

なお、このようにして得られた多孔質ガラス母材におけるガラス微粒子は密度が低くすぎるとガラス母材にひび割れが発生して取り扱い難いものとなるので堆積径が大きいものは平均堆積密度も大きく設定し、少なくとも $0.3 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ のものとすることが好ましいが、この多孔質ガラス母材におけるガラス微粒子の堆積重量および密度を調節するためには水素量、酸素量、気体状ガラス原

料の量比などのガス条件、バーナー出口の線速、バーナー出口と堆積面の距離、コア用ガラス棒の回転数、バーナー火炎の移動速度などの1つまたは2つ以上をコントロールすればよい。

バーナー移動を行なうとバーナーやバーナー台、配管などが移動の振動を受け、異物を発生し、堆積体表面に付着し、気泡発生の原因となるので、移動はガラス棒で行なうことが好ましい。また、これは横型だけでなく、タテ型で行なうことも可能であり、軸移動で行なうと開口部が少なく、外部からの異物を遮断できる。

この反応装置は排気口、給気口、バーナー差し込み口および主回転伝達部の一部を除いて密閉にしておくことがよく、これによればゴミの付着、バーナー炎のゆれが防止され、排ガスの管理ができるので、気泡のない多孔質ガラス母材を容易に得ることができるという有利性が与えられる。

なお、このようにして得られた多孔質ガラス母材はついで公知の方法で透明ガラス化して光ファイバプリフォーム母材とされるのであるが、この

1 5

透明ガラス化は電気炉中において必要に応じ添加される塩素ガス、 SOCl_2 、 SiCl_4 、フッ素ガスなどを含むヘリウム、アルゴン、窒素ガスなどの不活性ガス雰囲気中で1,000℃以上に加熱して脱水、透明ガラス化すればよく、このようにして得られた光ファイバプリフォーム母材はガラス旋盤または電気炉で延伸加工し、プリフォームアナライザーによってプロファイル検定およびデメンジョンを確認し最終製品とされる。

(実施例)

つぎに本発明の実施例をあげる。

実施例1

横型外付装置に直径20mmφ長さ800mmLの石英ガラス棒を取りつけた。この石英棒の側面に対向して同一寸法で設計された四重管同心円バーナーを中心間距離100mmで6本を等間隔に並べ、その両端に加熱バーナーを取りつけた。各バーナーの中心軸は石英ガラス棒の軸中芯と合うようにし、その距離を同一にしてバーナー台に固定した。各バーナーの炎はあらかじめ調べ、炎の形、温度が同

1 6

一になるよう、バーナーの向き、ガス条件を合わせた。

外付装置の回転数を30rpmで回転させ、バーナー列にガスを流して点火しバーナー列を60mm/minで往復運動させた。バーナーは100mm移動したら逆方向にもどることを確認し、左端で止った時点からキャリアーガスに同伴させた四塩化珪素を流した。原料は炎の中で火炎加水分解してシリカ微粒子を生成し、ガラス棒の表面に堆積した。バーナー列は100mm右を移動した時点で5秒間停止し、次いで左側に60mm/minの速度で90mm移動させた。左側へ移動してきたバーナー列は最初のスタート位置の10mm手前で止めるが、この時点で各バーナーは各々10mm手前で止まるので、堆積層は左側移動時には100mmおきに10mmずつ層が途切れた。次に5秒間停止后2回目のスタートを行い100mm右に移動し、1回目より10mm右でバーナー列を止め、そして左へ90mm移動した。この停止点は1回目のスタート開始点から20mm右にずれた点で、層は各々10mmずつ途切れた。これを10

回繰り返すと、スタートから 100mm 右にずれた点
が移動開始点のスタート点となり、これは第 2 パ
ーナーの 1 回目の移動開始点にあたり、これが 1
ユニットである。1 往復につき 10mm ずつ不足の
層を生じたが 10 回の繰り返しで 1 層分 (100mm) 欠
け 19 層堆積したことになるが、1 ユニット、100mm
間にパーナーの停止点は 11ヶ所、堆積層の途切れ
た異常点は 10ヶ所に均等に分散された。

次に移動の開始点を順次左へずらせるが、スタ
ートは 100mm 右へずれた開始点からはじまり、ま
ず 100mm 右へさらに移動させる。次に左へ移動す
るとき 110mm 移動する。すると各堆積層の左側で
10mm だけ重ねて堆積される。左端で 5 秒間停止后
右へ 100mm 移動させ、停止后再び左へ 110mm 移動
する。この動作を 10 回繰り返すと左端のスタート
点にもどる。左へもどる時は、1 往復につき 10mm
ずつ重ねて堆積されるので 1 ユニットが終ると堆
積層が 21 層と 1 層多くなり、右へ移動時の 19 層と
合せて 40 層となる。

本実施例ではこのユニット間を 4 往復、移動堆

積層が 160 層で終了した。

ガス条件は堆積の途中で増加させ、特にユニッ
トの切りかえ時に大きく変えて、最終的には H_2
28 l/min、 O_2 38 l/min、SiC 2.24 g/min 流し
た。また、これらの位置移動、ガスの切りかえは
全てコンピュータにより行った。

作成した堆積体は、両端に約 120mm のコーン
ン部を持った均一な白色スートで、直胴部長さが
約 410mm、直径 145mm の堆積物の重量は 4.95 kg
で凸凹のない非常に平滑なスートが得られた。

このスートは 1,520 °C の電気炉で 5% の塩素ガ
スを含む He ガスを流しながら溶解したが、直胴
部 400mm 間には異常な径変動は無かった。

比較例 1

実施例 1 で用いた装置で、次の 3 種類の実験を
行った。(A) は 1 本パーナーで 600mm の全長を
往復移動させた。(B) は 2 本パーナーで 600mm
の範囲を往復移動 (定常部は 400mm) した。但し
これは定常部は 1 回の移動で 2 本パーナー堆積に
より 2 層となる。(C) は実施例と同じ 6 本パー

1 9

ナーで 100mm 間を定点移動させた。層の数はい
ずれも 160 層とし各方法とも合せた。パーナー数
が少ないと堆積している時間より冷却されている時
間が長くなり、熱量が不足するので酸水素量を多
くした。これ等の比較例を実施例 1 とともに第 1
表に示す。

2 0

表 1

| | 条 件 | | | 堆 積 | | |
|-------|-------|-----------------|--------------|-------|-----------------|-----|
| | パーナー数 | H_2 量 l/min | 堆積時間 (時間) | 重さ kg | 堆積速度 (kg/hr) | 径変動 |
| 実施例 1 | 6 | 28 | 4.85 | 4.95 | 1.062 | ナシ |
| 比較例 A | 1 | 42 | 26.67 | 4.82 | 0.181 | ナシ |
| " B | 2 | 36 | 8.89 | 2.91 | 0.327 | ナシ |
| " C | 6 | 28 | 4.67 | 4.37 | 0.936 | 凸凹 |

2 1

2 2

比較例のCは3時間を過ぎると変形部分が強調され出し、次第に径が凹凸となるのでこれ以上堆積する事は困難であり、堆積効率が著しく低下してきた。

実施例 2

直径24.0mmφ、長さ620mmLのシングルモード用コア石英ガラス棒を準備しその両端にダミー用石英棒を溶接した。この条件で全体の芯を合せ、コア用石英ガラス棒の外径変動が±200 μ (±0.83%)以下となるようガラス旋盤で修正した。コア部は英国ヨーク社製プリフォームアナライザーP-101により構造パラメータを測定し、完成したプリフォームに必要なクラッドの厚さを計算で求めた。

コア用石英ガラス棒はアセトンで表面の汚れを掃きとり、タテ型の密閉式外付装置の回転部に垂直に装着した。回転駆動部はコアガラス棒を装着したまま秤量台上に載せられ、更にこの秤量台は上下に移動可能な大型引上機の可動台に固定した。垂直に設置されたコア用ガラス棒は回転させて軸

芯を合せた后30rpmで回転させた。

バーナーは実施例1に用いた同心円状四重管バーナーを8個、100mm等間隔でタテに直列に並べ固定した。排気はバーナーの反対側にとりつけ、チャンバーの上下から清浄な空気を送入した。ガス条件は実施例1に準じた。ガスを点火し、引上機を昇降させ移動速度を60mm/minに設定した。ガラス棒上に異物、欠陥が無いことを確認し、コア用石英ガラス棒の最下端部よりSiCl₄ガスを流し、100mm間を1ユニットとし位置の移動を10mmづつずらせ、20往復、40層で元のスタート位置にもどった。これを4回繰り返した後、重量調整のため停止点の間隔を変えた。第1回目の調整はずれ間隔を25mmとし、5点間移動を行い20層付着させた(第2図C)。第2調整は3点間移動(第2図b)を1回6層、最終的に2点間移動(第2図a)を4回行い目標重量を達成した。でき上ったスートは表面が一様で凹凸は全く無いものであり層の数は190層、スートの重量6.046kg、時間は5.48時間であった。これを1,520℃、ヘリウム、

2 3

塩素ガス中で脱水、熔融したところ、78.9mmφの透明なインゴットが得られた。

2 4

第 2 表

| 堆積 時間 (時間) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5.48 |
|------------------|---|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| 堆積量 (g) | 0 | 154 | 827 | 207 | 3,611 | 5,144 | 6,046 |

本インゴットは電気炉を用い外径47φに延伸し定常部を線引した。本ファイバの特性値は第3表に示すとおり安定し、クラッド層の変動は全く見られなかった。

(発明の効果)

本発明による光ファイバプリフォーム母材の製法は前記したように気体状ガラス原料の火炎加水分解で発生したガラス微粒子をガラス棒に堆積して多孔質ガラス母材を製造するとき、ガラス棒に対向してその全長にわたり複数の同一寸法のバーナーを一定間隔で配置し、その往復運動の開始位置を順次移動分散させるというものであり、これによれば往復運動における停止点がずれるので長時間の運転後には得られる多孔質ガラス母材の表面における凹凸が平均的に均一化され、構造特性を低下させることなく、また軸移動を行ない、反応チャンバーを密閉にすることで気泡の低減も可能となり、大型の光ファイバプリフォーム母材を生産性よく容易に得ることができるという有利性が与えられる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の方法に使用される多孔質ガラス母材製造装置の縦断面図を示したものであり、第2図は本発明の方法におけるバーナー群の往復

表 3 原 源

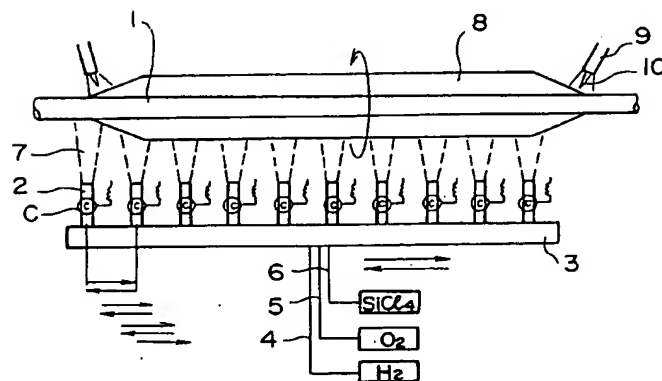
| インゴットの位置 | プリフォーム特性 | ファイバー特性 | |
|----------|----------|----------------|-----------------------|
| | | λc (カットオフ波長μm) | 伝送損失 (1.30 μm, dB/km) |
| S | 直径(mm) | 47.75 | 0.3572 |
| 1 | 屈折率(%) | 47.50 | 0.3802 |
| 2 | | 47.01 | 0.3504 |
| E | | 47.35 | 0.3552 |
| 平均値 | | 47.40 | 0.3558 |
| | | 1.276 | 0.34 |

2 7

運動の開始位置を順次移動させることを示す模式図を、また第3図は1ユニットをバーナー距離の2倍、3倍に拡大したときの末端部の形状を示したものである。

2 8

第 1 図



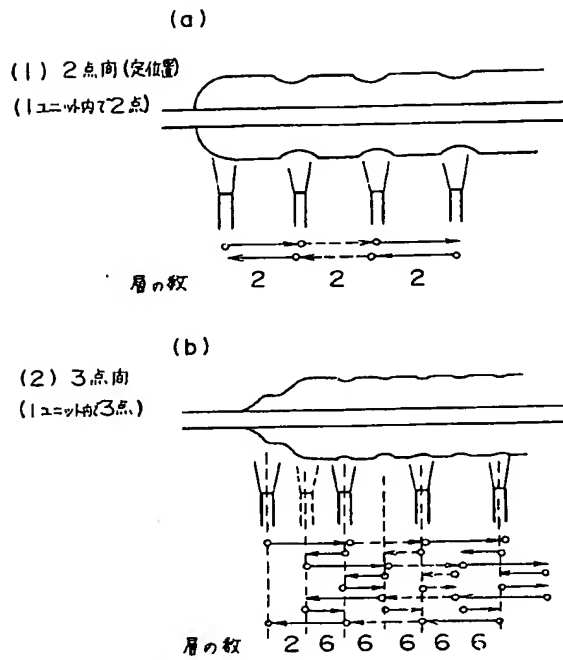
特許出願人 信越化学工業株式会社

弁理士・代理人 山 本 亮

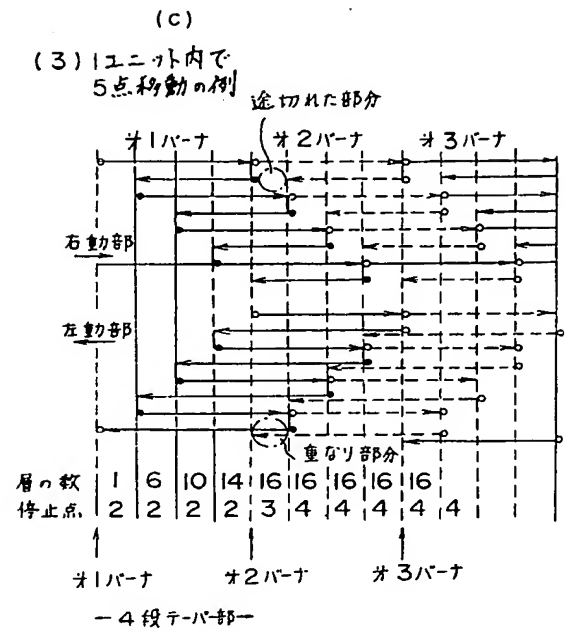
" " 荒 井 鐘 司



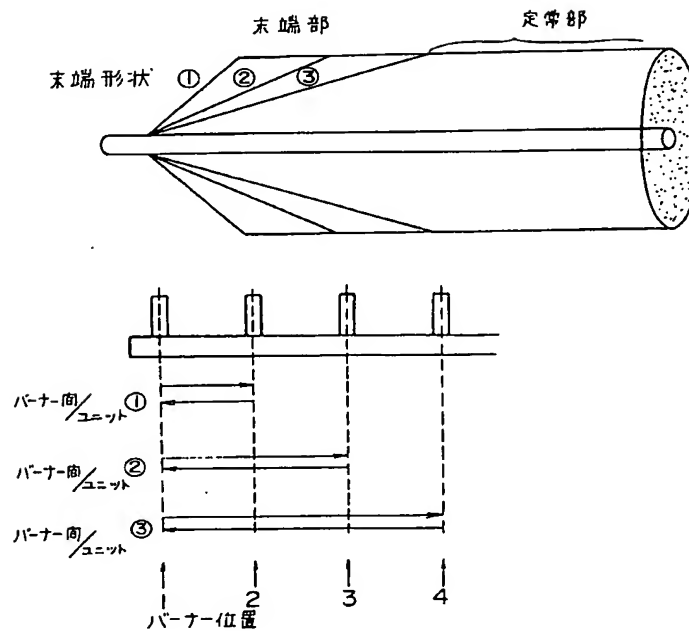
第 2 図



第 2 図



第 3 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.